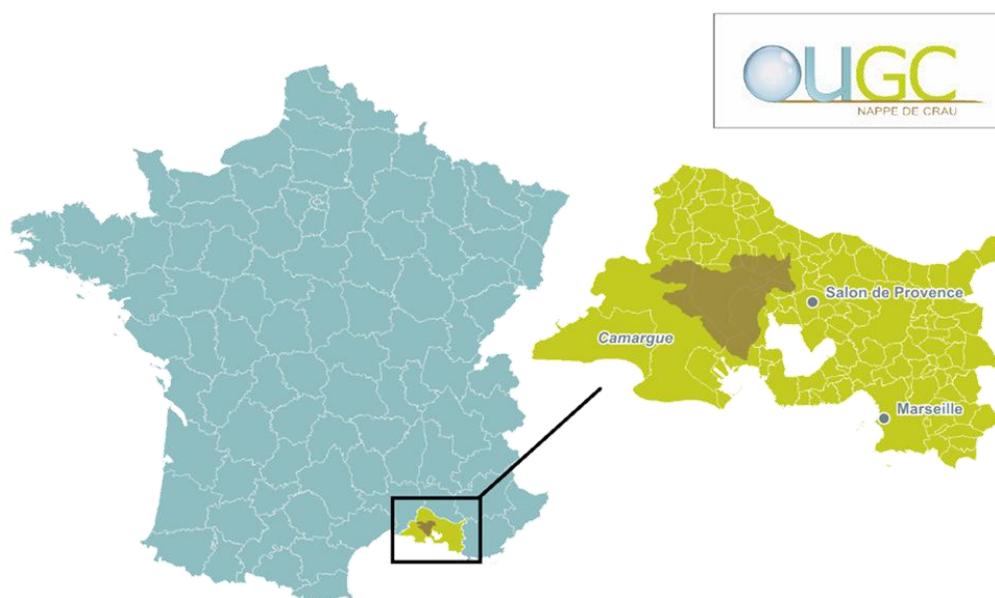




Objectifs

Ce document comprenant un ensemble de **fiches thématiques** a été développé dans le cadre de l'**étude du changement climatique** par la **Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône**. L'étude est réalisée sur le territoire de la **nappe de Crau**. Ce territoire est doté depuis 2010 d'un **Organisme Unique de Gestion Collective** (OUGC) porté par la Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône. L'OUGC délivre les autorisations de prélèvement d'eau à usage agricole sur le périmètre de la nappe de Crau. Il a pour but de **sécuriser un volume d'eau** à des fins agricoles et de le répartir entre les irriguants.



(Source : OUGC)

Les objectifs de ce document se découpent en 3 grands axes :

- **Caractériser l'évolution du changement climatique au cours du 21^{ème} siècle** : Le climat est simulé pour 4 stations de la Crau (Arles, Istres, Saint-Martin-de-Crau et Salon-de-Provence) via l'outil ClimA-XXI. Ce dernier permet de calculer des indicateurs climatiques et agro-climatiques, donnant des indications sur les tendances du climat futur.
- **Définir les répercussions agricoles du changement climatique par filière** : L'arboriculture et la viticulture sont étudiées. L'objectif est de déterminer l'intervention d'aléas climatiques futurs sur le cycle végétatif, et d'en expliquer les répercussions agricoles.
- **Trouver des pistes d'adaptation et/ou d'atténuation au changement climatique** : Il s'agit ici de trouver des outils d'adaptation et/ou d'atténuation à mettre en place sur le territoire de la Crau. Il faut savoir que ces outils sont souvent liés à l'économie d'eau, c'est-à-dire qu'ils visent pour la plupart à économiser la ressource en eau.



La Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône s'est engagée dans une démarche nationale avec **ClimA-XXI**, outil piloté par l'Assemblée Permanente des Chambres d'agriculture (APCA) en collaboration avec l'école d'ingénieurs en agriculture UniLaSalle de Rouen. Cet outil décrit l'**évolution climatique** attendue au cours du 21^{ème} siècle, par l'acquisition de nombreux **indicateurs climatiques et agro-climatiques**. Cette évolution est basée sur des projections climatiques de type Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC).

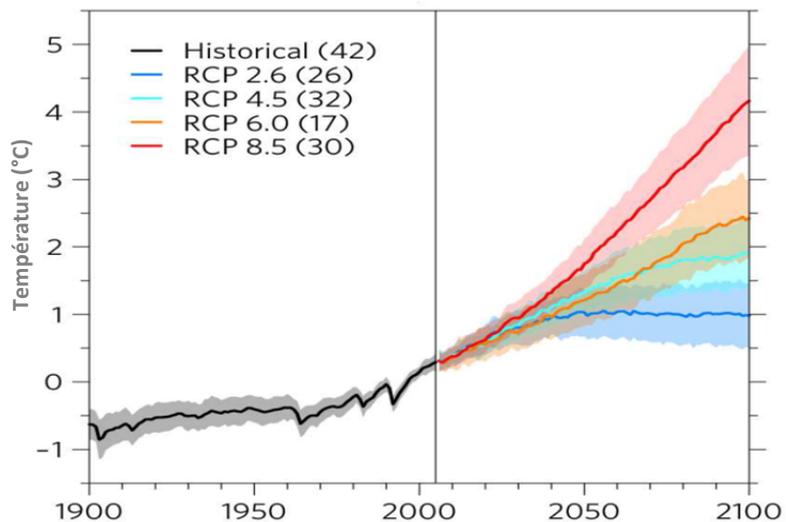


Projections climatiques

Le GIEC a proposé **quatre scénarios climatiques**, appelés RCP. Chaque RCP représente des **émissions en gaz à effet de serre (GES)** différentes. Ils vont du plus optimiste (RCP 2.6) au plus pessimiste (RCP 8.5) en passant par deux scénarios intermédiaires (RCP 4.5 et 6.0).

La Chambre d'agriculture a retenu deux scénarios : un scénario qui correspond à des émissions de GES qui continueraient d'évoluer au même rythme qu'actuellement (RCP 8.5) et un scénario intermédiaire (RCP 4.5). Sera présenté dans ces fiches uniquement le **RCP 8.5**.

Evolution simulée de l'anomalie de température moyenne mondiale de 1900 à 2100 selon 4 RCP

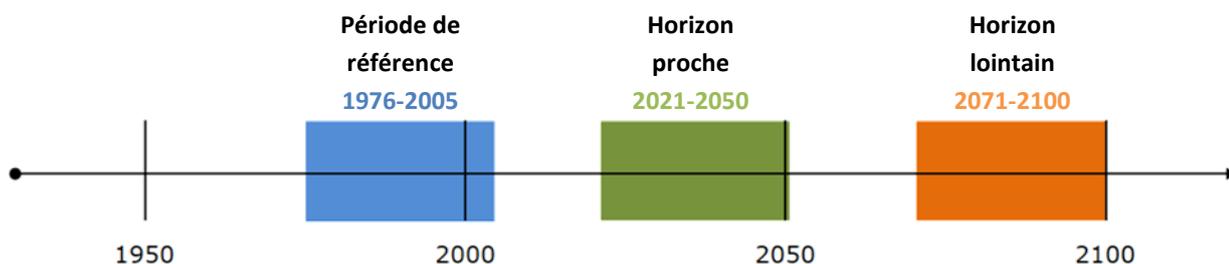


(Source : GIEC 2013)

Périodes étudiées



ClimA-XXI s'intéresse à **3 périodes** distinctes. La première est la **période de référence**, représentant une normale allant de 1976 à 2005. Ensuite, les simulations sont lancées à deux pas de temps, à savoir l'**horizon proche** de 2021 à 2050, et l'**horizon lointain** de 2071 à 2100.



Actuellement, sur le territoire de la Crau, la **température** moyenne annuelle de l'air est de l'ordre de 15 °C, avec des périodes estivales chaudes (en moyenne 24 °C en juillet et août) et des hivers doux (en moyenne de 7,3 °C de décembre à février).

Température moyenne

Cartes de l'évolution de la température moyenne de l'air dans les Bouches-du-Rhône

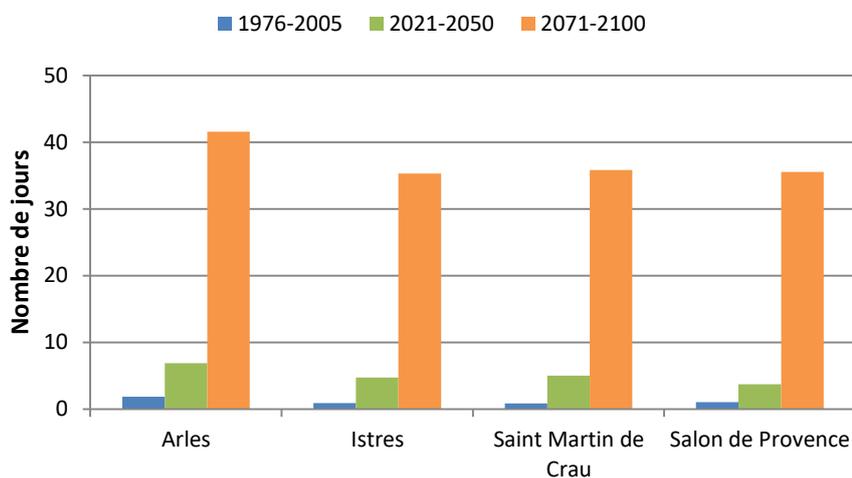


Les cartes représentent l'évolution de la **température moyenne** de l'air dans les Bouches-du-Rhône selon le RCP 8.5. Les températures vont augmenter jusqu'à atteindre une **hausse d'environ 4 °C** d'ici 2100 par rapport à la période de référence 1976-2005. Sur la Crau, cette valeur est légèrement supérieure avec + 4,3 °C à Saint-Martin-de-Crau, + 4,2 °C à Salon-de-Provence et à Arles, et + 4,1 °C à Istres.

Température maximale

Evolution du nombre de jours où la température maximale de l'air est > à 35 °C

4 stations de la Crau - RCP 8.5



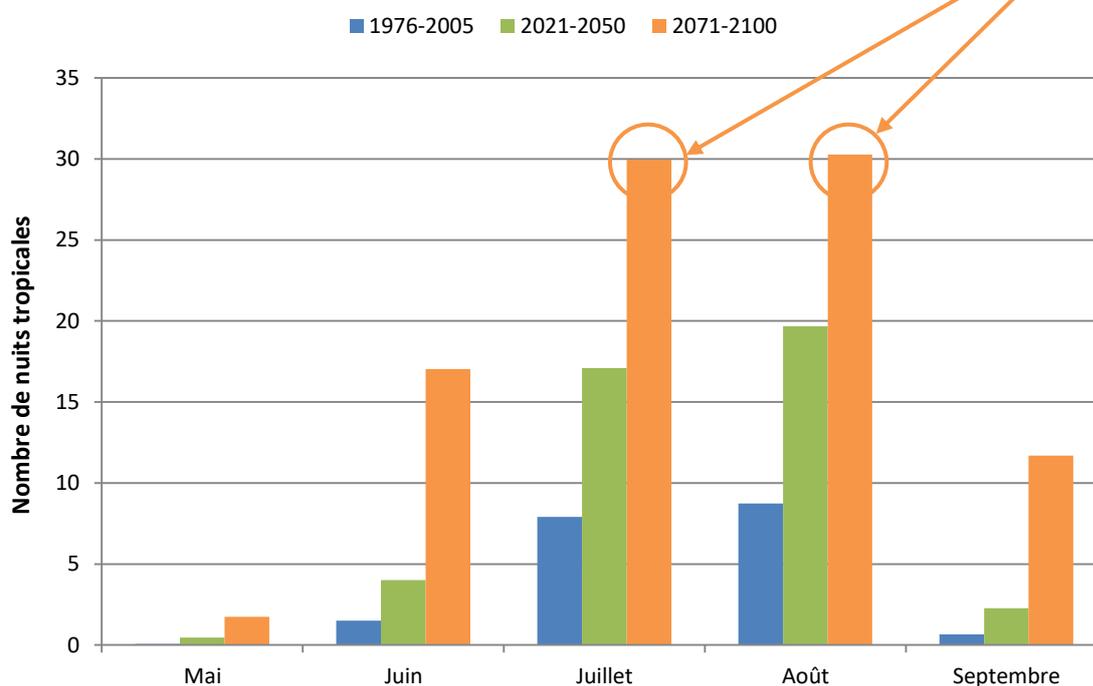
Le graphique représente le nombre de jours où la **température maximale** de l'air est supérieure à 35 °C pour 4 stations de la Crau. Cette valeur est atteinte entre 1 et 2 fois par an pour la période de référence 1976-2005.

Mais ce chiffre est en **nette progression** pour atteindre **entre 35 à 42 jours** par an selon la station étudiée et avec le RCP 8.5.

Evolution du nombre de nuits tropicales

Arles - RCP 8.5

Uniquement des nuits tropicales en juillet et août



Le graphique présente le nombre de **nuits tropicales**, c'est-à-dire le nombre de nuits où la température de l'air est **supérieure ou égale à 20 °C**. Le graphique est réalisé pour la station d'Arles, mais les autres stations montrent des résultats similaires. Lorsque la température reste importante la nuit, une **baisse qualitative de la récolte** est observée. ClimA-XXI montre que le nombre de nuits tropicales va augmenter. D'ici 2100, c'est **l'intégralité des mois de juillet et d'août** qui aura ce type de nuits.

Pour conclure



L'étude du climat futur révèle une **augmentation des températures** moyennes de l'air d'environ 4°C d'ici 2100, avec des variations selon les zones géographiques. Sur le territoire de la Crau, cette hausse des températures moyennes est un peu supérieure : de **+ 4,1 à + 4,3 °C**.

Certaines fourchettes de températures vont favoriser la croissance des arbres mais d'autres vont la ralentir. A partir de **35°C**, les arbres se retrouvent en **situation de stress**, leurs stomates se ferment afin de réguler les échanges entre le sol et l'atmosphère. Ce processus permet à l'arbre de **moins transpirer**, conservant ainsi ses réserves en eau. Cependant, l'arbre va également **capter moins de CO₂** atmosphérique, indispensable pour la photosynthèse, ralentissant ainsi la croissance de l'arbre.

Par ailleurs, les nuits vont également être plus chaudes. L'ensemble des nuits de juillet et août le seront d'ici 2100, amenant à une **dégradation qualitative** de la récolte (comme une dépigmentation des fruits).

La **qualité et la quantité** des produits agricoles sont donc impactées par des températures trop élevées.

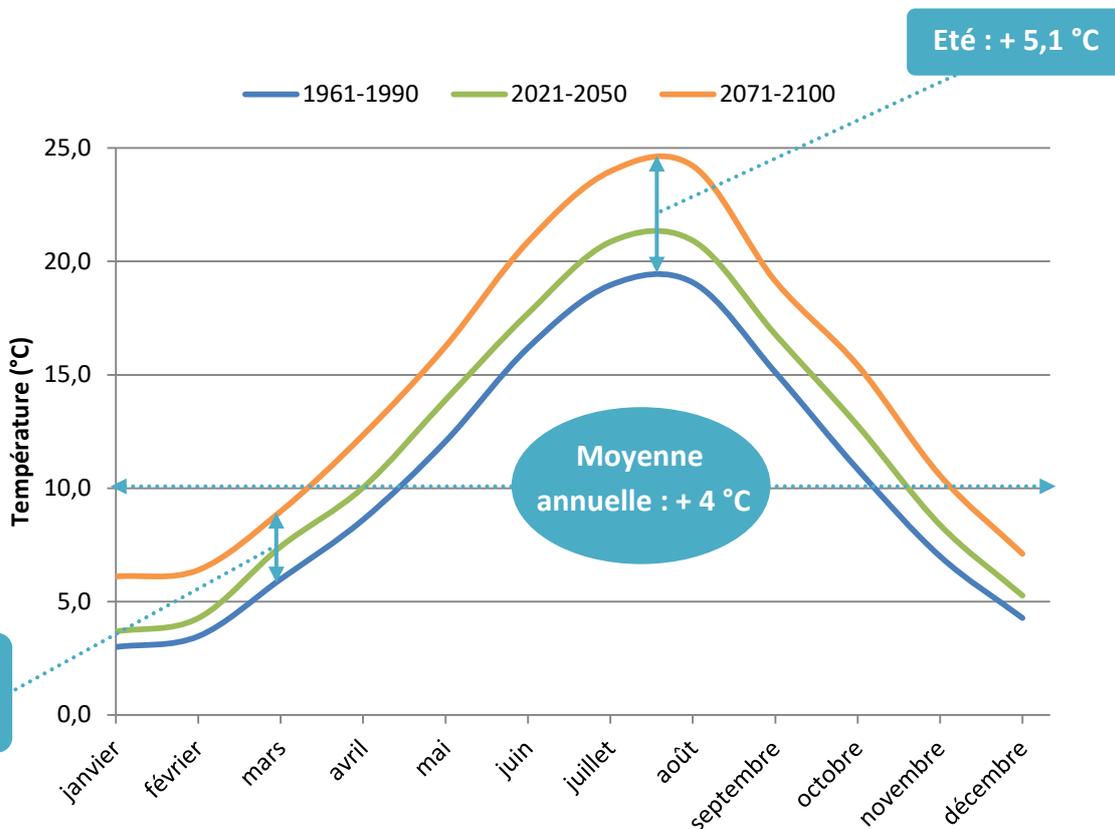
Les **températures basses** et notamment le **gel** n'ont pas de répercussions sur les cultures lorsque celles-ci sont en période de repos. Cependant, une fois la plante sortie de son état de dormance, le gel peut impacter les bourgeons, les fleurs, etc. L'étude de l'évolution du gel permet ainsi d'anticiper les **précocités**, afin que les cultures restent endormies jusqu'aux **dernières gelées**.



Température minimale

Evolution mensuelle des températures minimales de l'air

Istres – RCP 8.5



Le graphique représente la moyenne des **températures minimales** de l'air par mois pour Istres. Plus la période étudiée est lointaine, moins les températures sont basses.

De 1976-2005 à 2071-2100, la **température minimale de l'air augmente de 4 °C**. Cette hausse est plus marquée pour les mois estivaux que pour la période hivernale : entre **+5,1** (Istres) et **+6,0 °C** (Salon-de-Provence) en **août** ; et entre **+2,6** (Salon-de-Provence) et **+3,1 °C** (Saint-Martin-de-Crau) en **mars**.

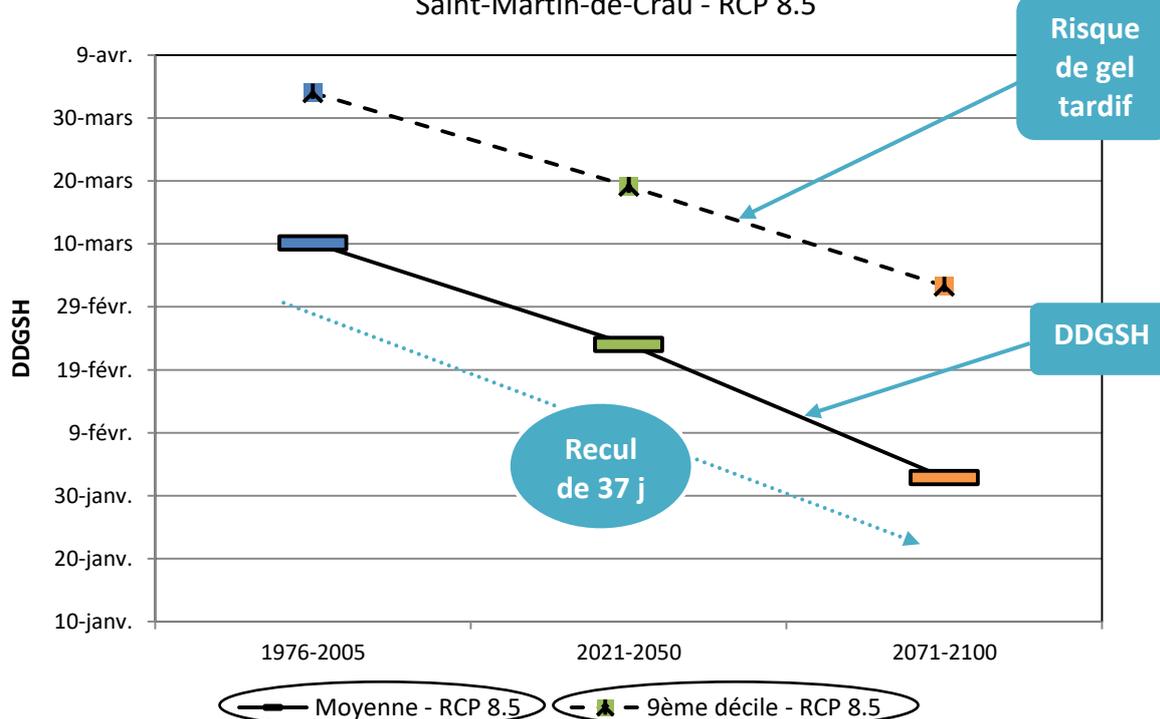


Date de dernière gelée



Evolution de la date de dernière gelée en sortie d'hiver (DDGSH)

Saint-Martin-de-Crau - RCP 8.5



La moyenne permet d'avoir une **représentation globale** des 30 années simulées.

Le 9^{ème} centile correspond à un dépassement d'une fois sur 10. Il représente le **risque de gel tardif**.

Le graphique étudie la **date de dernière gelée en sortie d'hiver** pour la station d'Istres. La date **montre un net avancement de 37 jours**, avec une dernière gelée au 10 mars à la fin du 20^{ème} siècle qui passe au 1^{er} février d'ici 2100. Par ailleurs, le **risque de gel** est de moins en moins tardif, mais il reste tout de même présent jusque fin février/début mars en 2071-2100. Concernant les autres stations, l'anticipation de la DDGSH est plus importante pour Arles (39 jours) et pour Salon-de-Provence (38 jours) et elle l'est un peu moins pour Istres (35 jours). Cependant ces trois stations ont une DDGSH qui arrive plus tôt dans l'année que pour Saint-Martin-de-Crau : 18 janvier pour Arles, 17 janvier pour Istres et 31 janvier pour Salon-de-Provence.

Pour conclure



Comme pour les températures maximales et moyennes, ClimA-XXI prévoit une **élévation des températures minimales**. Ainsi, le début des cycles végétatifs pourrait débuter plus tôt. Cependant, cette hausse pourrait nuire à l'arbre en terme de **besoin en froid** : l'arbre se met en **dormance** l'hiver dans le but d'achever la lignification des rameaux et de conserver une activité réduite des ébauches végétatives et florales. Cette dormance est levée par accumulation de froid, mais il est possible que ce besoin ne soit plus satisfait à l'avenir pour les variétés actuelles.

D'autres parts, aux vues des dernières dates de gelées, des variétés plus **précoces** pourraient émerger à l'avenir. Néanmoins, des méfiances sont à conserver concernant le potentiel **risque de gel tardif**, qui pourrait nuire aux rendements.

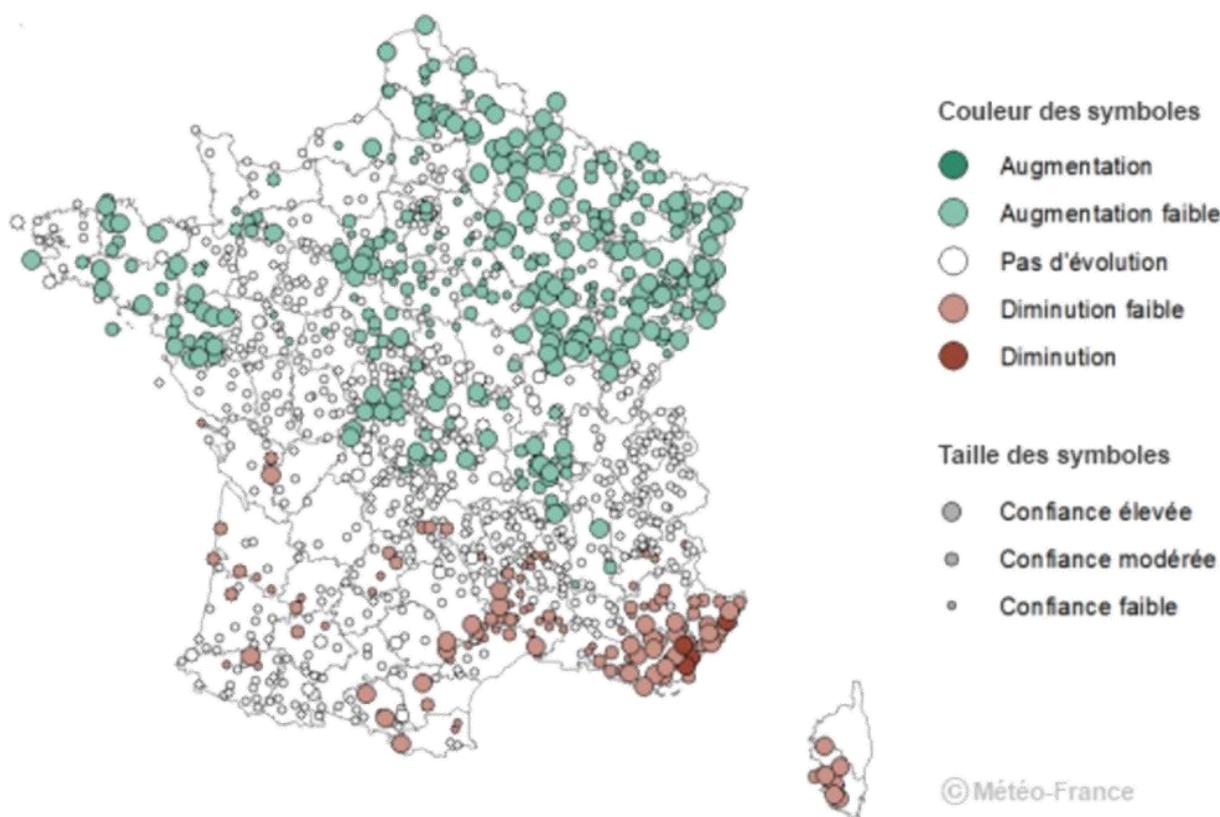
Actuellement, les **précipitations** sur le territoire de la Crau sont de l'ordre de **550 à 600 mm/an**, et sont concentrées principalement en automne (50%). Elles sont par ailleurs **très variables** d'une année à l'autre : en 2017, le territoire a reçu 300 mm, année considérée comme sèche. A contrario, le territoire a reçu plus de 800 mm en 2018, qualifiant l'année de pluvieuse.



A l'échelle nationale

Evolution des cumuls annuels de précipitation de 1959 à 2009

(Source : Météo France)



La carte représente les **cumuls annuels de précipitation** de 1959 à 2009. A l'échelle de la France, les pluies ne présentent pas d'évolution marquée sur cette période.

Cependant, il existe une **disparité importante** à l'intérieur du territoire. Au Nord, les précipitations sont en augmentation. Alors qu'au Sud la pluviométrie diminue, et de façon plus marquée en région SUD.





Cumuls saisonniers de précipitation

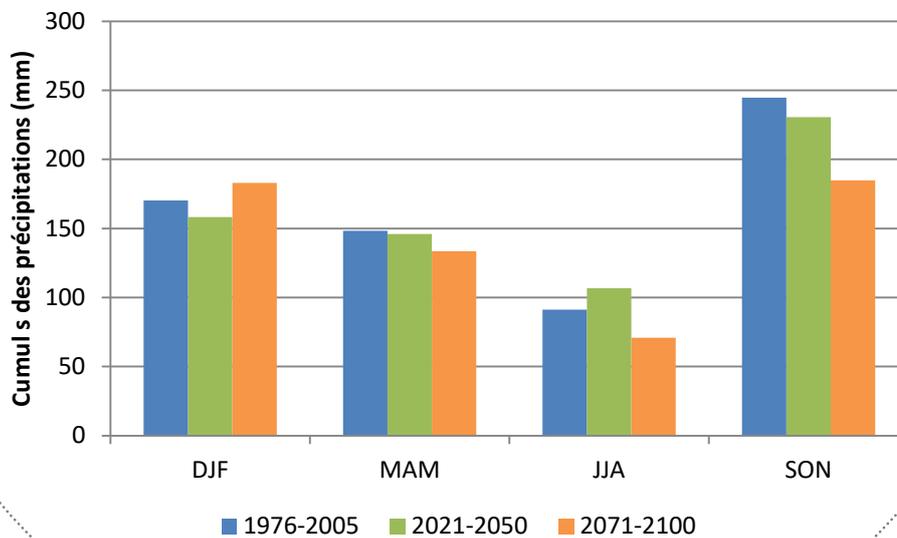
Salon-de-Provence – RCP 8.5

Décembre à février : légère diminution d'ici 2050 puis faible augmentation d'ici 2100.

Mars à mai : diminution de la pluie dans le temps.

Cumul annuel passe de 654,6 (1976-2005) à 572,1 mm (2071-2100)

-12,6%



Septembre à novembre : diminution importante de la pluie dans le temps.

Juin à août : augmentation d'ici 2021-2050 et diminution d'ici 2100.

Pour conclure



La pluviométrie est très variable d'une année à l'autre. Son évolution dépend de la zone géographique étudiée. Sur le territoire de la Crau, comme dans le sud de la France, les **précipitations tendent à diminuer** d'ici la fin du 21^{ème} siècle avec une perte allant de **-12,6 %** à **-16,4 %** (respectivement pour Salon-de-Provence et Arles).

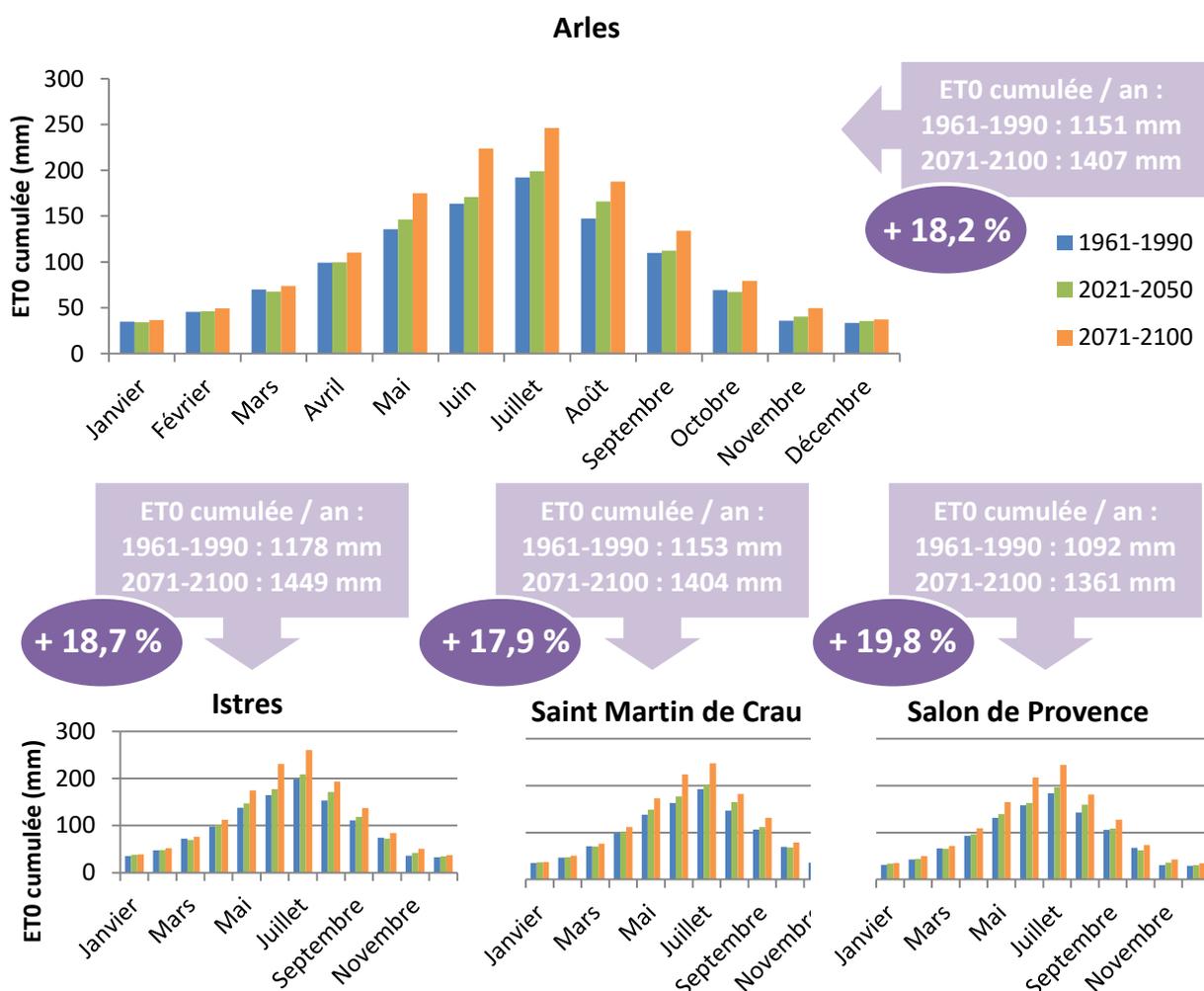
Concernant les saisons, l'automne sera nettement plus sec qu'auparavant, mais l'hiver, quant à lui sera plus humide. Un **décalage des saisons** est à prévoir avec une période humide actuelle qui sera décalée à la saison d'après.

Les précipitations des deux autres saisons (printemps et été) tendent à diminuer, les cultures devront faire face à un **climat bien plus sec**, d'où un développement accru de **l'irrigation** qui aura son rôle à jouer.

L'**évapotranspiration de référence** (ET0) se définit comme la quantité d'eau transpirée par une plante si l'eau n'est pas un facteur limitant. Autrement dit, plus l'ET0 est importante, plus la plante transpire, et consomme d'eau. Cependant, lorsque l'eau vient à manquer, les échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère diminuent, afin de consommer l'eau plus lentement : la plante se met en condition de survie, impliquant une réduction des échanges carboniques qui permettent la production de matière végétale.

Evapotranspiration de référence

Cumuls mensuels et annuels de l'ET0 pour 4 stations – RCP 8.5



Les tendances de l'ET0 seront les mêmes que pour la période de référence, à savoir : une demande climatique croissante de janvier à juillet et décroissante d'août à décembre. En effet l'ET0 est la plus importante de juin à juillet, car la plante a besoin d'une quantité d'eau plus importante pour compenser la **demande climatique**.

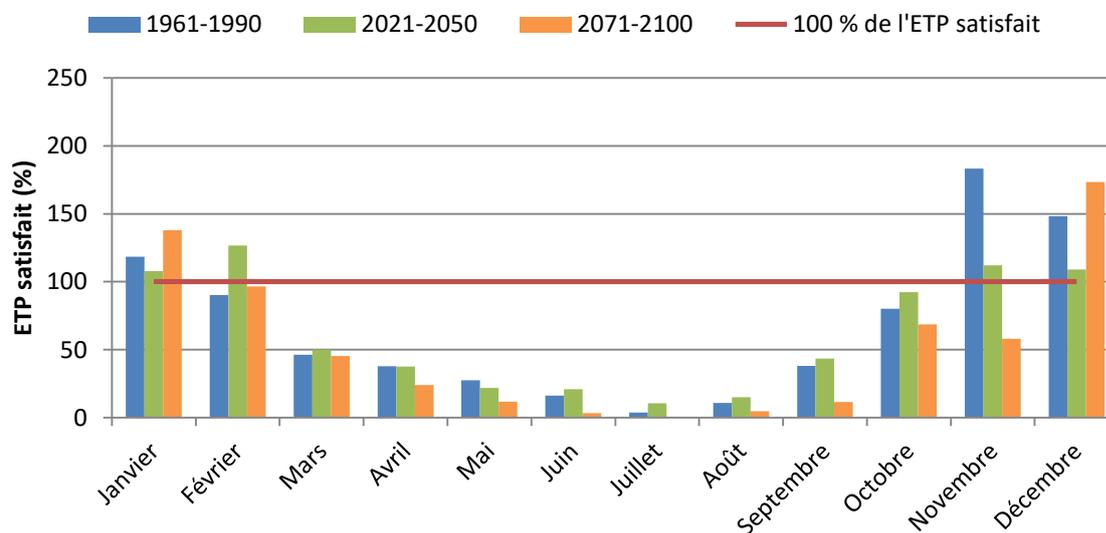
Plus la fin du 21^{ème} siècle approche, plus l'ET0 est importante et notamment vers 2100, avec une augmentation plus marquée pour les mois estivaux. A l'année, l'ET0 augmente de **17,9 % à 19,8 %** entre la période de référence et l'horizon lointain.



Satisfaction de l'ETO

Taux de satisfaction de l'ETO par les précipitations

Istres – RCP 8.5



Le graphique représente la **satisfaction de l'ETO par les précipitations** sur la station d'Istres (les trois autres stations de la Crau sont similaires). Lorsque 100 % est atteint (barre rouge), la culture a eu l'eau nécessaire pour transpirer au maximum, et a contrario, plus le taux de satisfaction est bas, plus la culture manque d'eau.

D'octobre à février, l'ETO est satisfaite pour la période de référence et l'horizon proche. Certains mois sont même bien au-dessus des 100 %, tel que décembre, puisque c'est la saison humide et que les températures sont moindres.

Par contre, l'ETO de novembre n'est plus satisfaite pour l'horizon lointain. Les précipitations sur la période de mars à octobre ne sont pas suffisantes pour satisfaire l'ETO.

Pour conclure



Les simulations montrent une **élévation de l'ETO** qui est d'autant plus importante pour les mois estivaux. De décembre à février, la demande est pleinement satisfaite, par contre, la satisfaction est **proche de 0 % pour les mois de juillet et d'août** à l'horizon lointain.

Naturellement, c'est la pluie qui apporte l'eau nécessaire aux plantes. Lorsque l'ETO et la pluie sont étudiées ensemble, **les précipitations ne sont pas suffisantes pour satisfaire la demande climatique** de mars à novembre.

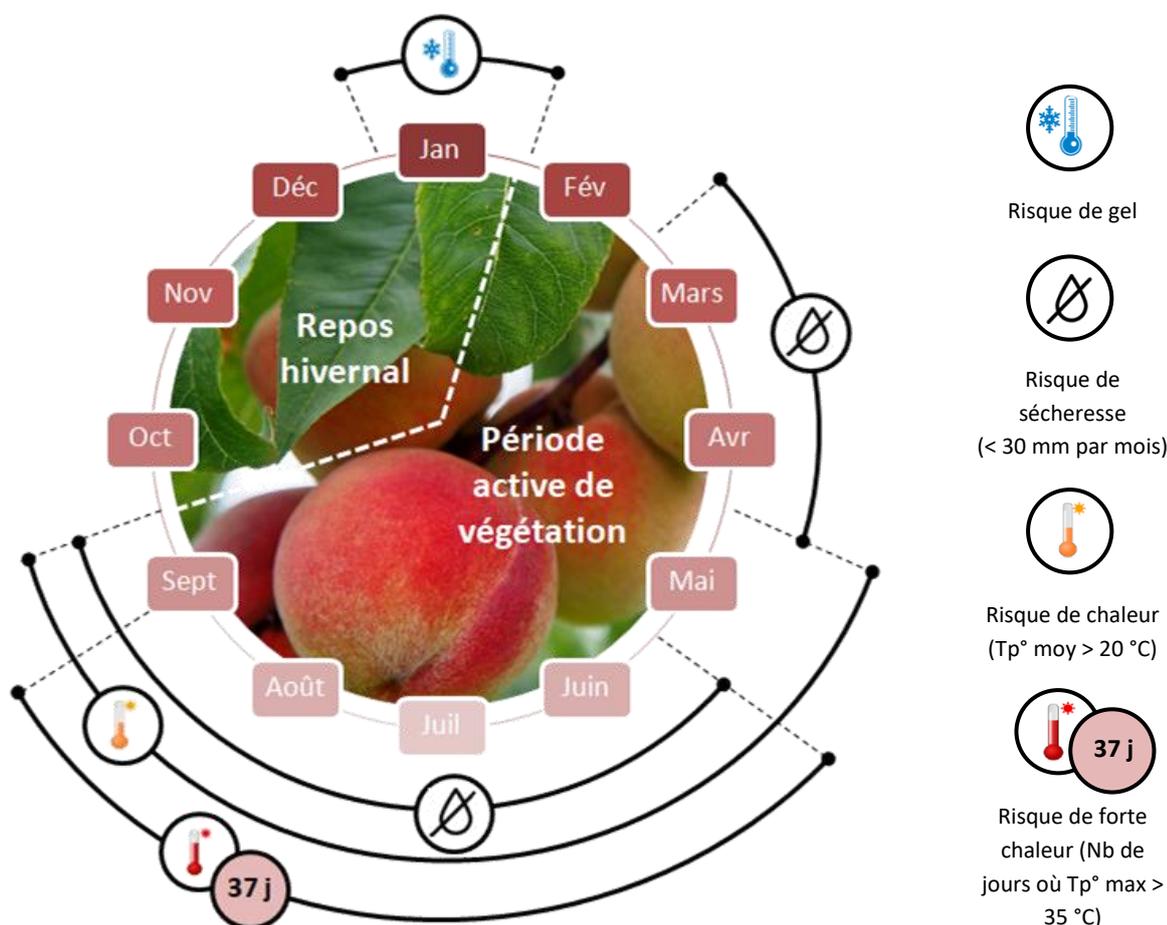
Ainsi, les cultures d'été ont un **besoin en eau accru au moment où l'eau est la moins disponible**. C'est pourquoi, **l'irrigation** est nécessaire si les rendements doivent rester raisonnables.

L'**arboriculture** est la culture la plus présente sur le territoire de la Crau, après le foin, avec en moyenne 2 700 ha de Surface Agricole Utile (SAU). Sa production se décline principalement en pêches, nectarines et abricots. Le territoire produit également des cerises, des amandes, des olives, etc. Le **territoire de la Crau** offre un environnement propice à la culture, avec peu de gel, un climat de type méditerranéen et la présence d'une nappe d'eau pouvant alimenter les cultures.



Aléas climatiques

Aléas climatiques répartis sur le cycle du pêcher



Les **aléas climatiques** anticipés via ClimA-XXI d'après le **RCP 8.5** sont retranscrits sur le cycle végétatif du **pêcher**.

Le **gel** sera présent en janvier, avec des risques de gel tardif jusque fin février. Des périodes de **sécheresse** où les précipitations seront inférieures à 30 mm par mois interviendront de mars à avril et de juin à septembre. Les mois de mai à septembre seront des mois **chauds**, et particulièrement de juin à août, où les **températures moyennes de l'air** seront parfois supérieures à 35 °C.



Une partie des répercussions agricoles est directement due aux aléas climatiques :



- **Vent : chute et marquage** des fruits
- **Chaleur et humidité** : développement de **maladies** et de **taches** sur les fruits
- **Manque de pluie** : forte demande en **irrigation**
- **Ecart température jour/nuit** : **perte en couleur**, gage de qualité
- **Températures très chaudes** : traces de **brûlures** sur les fruits
- **Pluies quand récolte** : **perte en sucre** des fruits
- **Risque de gel** : **pertes en productivité**, répercussion sur bourgeons/fleurs/...

Par ailleurs, d'autres conséquences peuvent être mises en avant :

- De par l'augmentation des températures, les besoins en chaleur des cultures sont satisfaits plus rapidement. Ainsi, la durée du cycle végétatif va se réduire, engendrant une **anticipation des stades phénologiques**. La période de grossissement du fruit serait plus proche du printemps que de l'été : le pêcher subirait moins les **conditions hydriques défavorables** de la période estivale. En effet, l'anticipation créerait un décalage des stades gourmands en eau à des périodes plus précoces dans l'année, où la disponibilité en eau serait plus grande.
- La concentration en **CO₂** ne cesse de croître dans l'atmosphère. Le rôle du CO₂ est capital dans le processus de la **photosynthèse**, impliquant la **production de matière végétale**. La plante le capte via ses stomates, qui permettent également l'évapotranspiration de l'eau. Lorsque la plante manque d'eau, elle ferme ses stomates afin de conserver l'eau de ses cellules. Cela implique un apport de CO₂ moindre. Cependant, avec l'augmentation du CO₂ atmosphérique, il y aura une **meilleure valorisation** de celui-ci par la plante.
- La **distribution spatiale agricole** pourra être modifiée. En effet, avec l'augmentation des températures, de **nouvelles zones géographiques** deviendraient propices au **développement de l'arboriculture**. Cette nouvelle distribution pourrait être influencée par de nombreux facteurs, à savoir la profondeur et le type de sol, l'accessibilité à l'eau, etc.

Pour conclure



Divers **aléas climatiques** sont susceptibles d'intervenir durant le cycle du pêcher. Des périodes de sécheresse sont à prévoir pendant la période de grossissement des fruits, avec des températures élevées. Par contre, l'**augmentation des températures** réduit le **risque de gel** sur le cycle végétatif du pêcher. Cependant, de par l'**anticipation du cycle**, les aléas climatiques peuvent survenir à un autre moment du cycle, amenant par exemple la phase de grossissement des fruits à des périodes plus humides.

Les conséquences du changement climatique sur l'arboriculture sont nombreuses. Les impacts agricoles face à l'association de plusieurs modifications climatiques sont difficiles à prévoir. Le changement climatique pourra être néfaste pour les cultures avec une **diminution du rendement**, une **augmentation du besoin en irrigation**, et des **dégradations qualitatives** des récoltes. Le changement climatique pourra également être un atout pour les cultures avec une réduction du risque lié au gel, une **accélération du rythme phénologique** qui permettrait d'esquiver certains stress hydriques, et l'opportunité de **nouvelles cultures** liée à l'augmentation des températures.

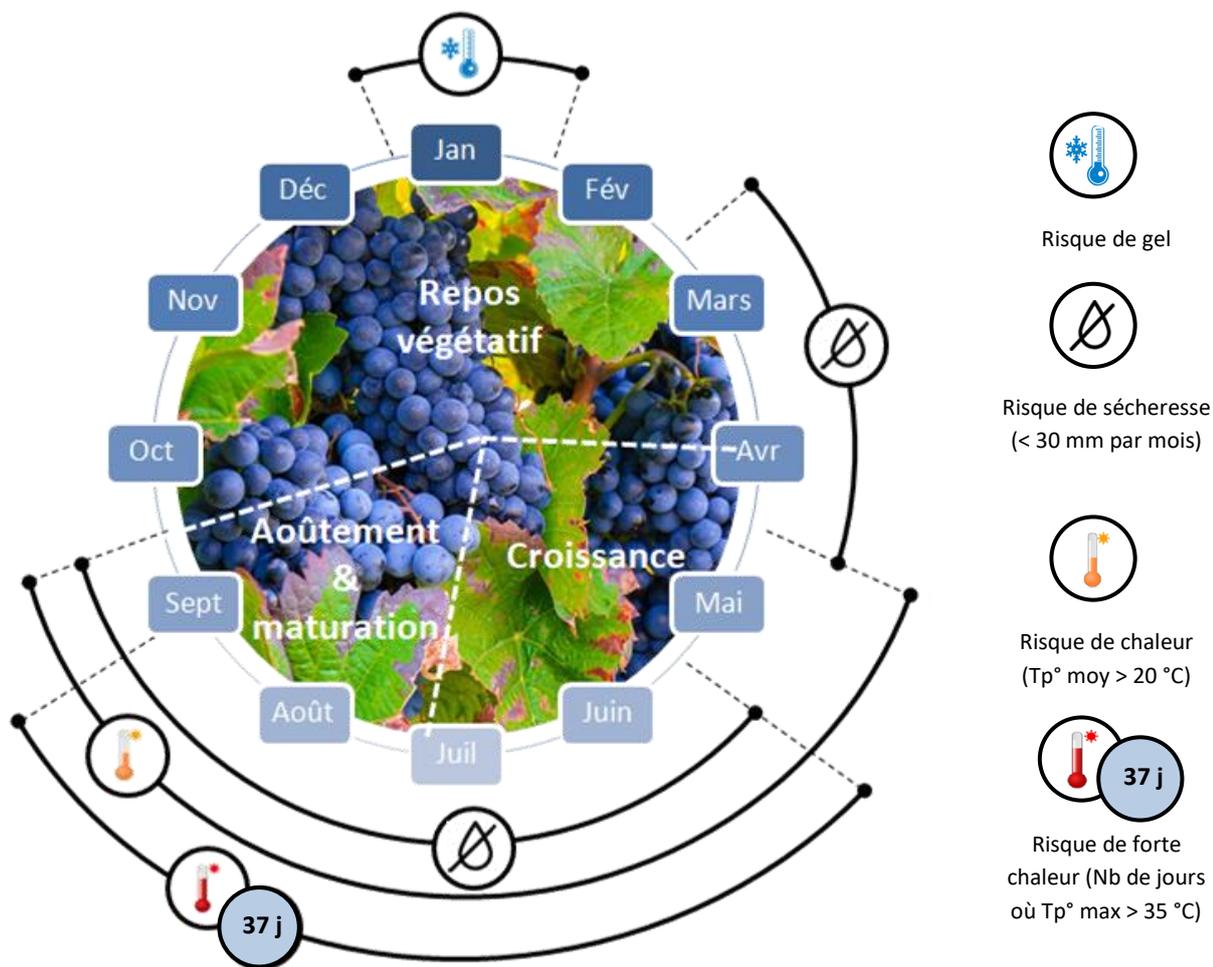
Il faut savoir que les impacts des aléas climatiques dépendent de leur **intensité** et de leur **durée**, ainsi que du stade pendant lequel ils interviennent.

La **viticulture** n'est pas très abondante sur le territoire de la Crau, cependant c'est une culture très importante pour la région SUD et plus largement pour le sud de la France.



Aléas climatiques

Aléas climatiques répartis sur le cycle de la vigne



Les **aléas climatiques** anticipés via ClimA-XXI d'après le **RCP 8.5** sont retranscrits sur le cycle végétatif de la **vigne**.

Le **gel** sera présent en janvier, avec des risques de gel tardif jusque fin février, il ne devrait donc pas interférer sur le cycle végétatif de la vigne. Des périodes de **sécheresse** où les précipitations seront inférieures à 30 mm par mois interviendront de mars à avril et de juin à septembre. Les mois de mai à septembre seront des mois **chauds**, et particulièrement de juin à août, où les **températures moyennes de l'air** seront parfois supérieures à 35 °C.



Une partie des répercussions agricoles est directement due aux aléas climatiques :



- **Chaleur et humidité** : développement de **maladies**
- **Manque de pluie** : forte demande en **irrigation**
- **Ecart température jour/nuit** : **perte de qualité** des baies
- **Risque de gel** : **perte en productivité**
- **Températures très chaudes** : traces de **brûlures** et maturation rapide des baies

Par ailleurs, d'autres conséquences peuvent être mises en avant :

- De par l'augmentation des températures, les besoins en chaleur des cultures sont satisfaits plus rapidement. Ainsi, la durée du cycle végétatif va se réduire, engendrant une **anticipation des stades phénologiques** dans le temps. A titre d'exemple, l'anticipation pour une vigne située à Avignon est estimée à 12,9 jours d'ici 2050 et à 22,9 jours d'ici 2100, lorsque la date de semis est inchangée. Pour la viticulture, les températures intervenant en automne et en hiver engendrent un **débourrement plus précoce**, et donc un déplacement plus important du cycle vers le printemps. L'anticipation de la floraison (+ 8 jours/°C) engendre une **réduction de la durée de maturation** provoquant une **avancée de la date de vendange** (+ 10 jours/°C). Actuellement, les vendanges se situent après les jours chauds d'été. Avec l'anticipation, la récolte serait avancée et les grappes subiraient des chaleurs plus intenses et des nuits plus chaudes, qui accroîtraient le risque d'une **dégradation qualitative** des productions.
- La viticulture risque également de subir les **conditions hydriques défavorables** de la période estivale, amenant à un développement de l'irrigation dans la filière.
- La hausse de la concentration en **CO₂** dans l'atmosphère permettrait une **meilleure valorisation** de celui-ci par la plante pour la photosynthèse. Lorsque la vigne est exposée de façon prolongée à de hautes concentrations en CO₂, le **rendement est stimulé** à hauteur de + 20% sous certaines conditions.
- La **distribution spatiale** des certaines cultures pourra être modifiée. En ce qui concerne la viticulture, sa zone de culture pourra se développer bien plus au **nord** qu'actuellement puisque les **conditions thermiques seront plus favorables**. Cette nouvelle distribution peut être influencée par de nombreux facteurs, à savoir la profondeur et le type de sol, l'accessibilité à l'eau, etc.

Pour conclure



De nombreux **aléas climatiques** sont susceptibles d'intervenir durant le cycle de la vigne engendrant des impacts sur le monde viticole.

Le changement climatique pourra être néfaste pour les cultures avec une **diminution du rendement**, une **augmentation du besoin en irrigation**, et des **dégradations qualitatives** des récoltes. L'objectif est de **retarder la maturation** des baies, afin d'éviter une dégradation de la qualité du vin. En effet, une maturation des baies pendant des périodes très chaudes engendre une augmentation du taux de sucre et du degré d'alcool.

Il faut savoir que les impacts des aléas climatiques dépendent de leur **intensité** et de leur **durée**, ainsi que du stade pendant lequel ils interviennent.

La diminution de la ressource en eau et son caractère aléatoire au cours de l'année, ainsi que l'augmentation des températures vont engendrer un **besoin accru en eau** pour l'agriculture. C'est pourquoi l'**irrigation** devrait se généraliser au cours des années à venir.

Pilotage de l'irrigation



Le **pilotage de l'irrigation** est indispensable afin de gérer au mieux la **ressource en eau** et de la préserver.

Son but est d'apporter la **dose d'eau adéquate** à la plante selon les conditions du milieu dans un objectif d'**économie d'eau**.

Le pilotage de l'irrigation peut se faire par **différentes méthodes** :

- Par de l'**observation sur le terrain** : observation du végétal ; observation de l'humidité du sol à la tarière
- Par des calculs de **bilans hydriques** : nécessité de connaître les données d'entrée (réserve utile, coefficients culturaux, pluviométrie, etc.)
- **Mesures** sur la **plante** : conductance stomatique, dendromètre, flux de sève, etc.
- **Mesures** dans le **sol** : tensiomètres (tension de l'eau du sol), sondes capacitatives (quantité d'eau contenue dans le sol)

Une des méthodes souvent utilisées sur le territoire de la Crau est la mise en place de **tensiomètres** à différentes profondeurs selon la pousse racinaire (en général 3 tensiomètres sont implantés). Les tensiomètres sont des sondes qui mesurent la tension de l'eau dans le sol, c'est-à-dire la **force de suction** que les racines doivent exercer pour extraire l'eau du sol. Reliées à un logiciel d'irrigation consultable sur Smartphone ou ordinateur, les sondes sont un **outil d'aide à la décision**. Elles permettent d'apporter la quantité d'eau nécessaire à la culture au moment où elle en a besoin, et selon l'état hydrique du sol.



Nouvelles ressources

Avec les menaces qui vont sûrement peser sur l'eau, le monde agricole sera amené à trouver de **nouvelles sources en eau pour alimenter les cultures**. C'est donc l'un des objectifs à venir pour pallier au changement climatique. Seront présentées ici deux formes de ressources en eau :



Les **retenues collinaires** peuvent être développées sur le territoire. Elles permettent de stocker l'eau lors d'évènements pluvieux ou lors de droits d'eau supérieurs à la quantité consommée réellement. Cette **réserve hydrique** sert à l'irrigation lorsque des évènements de sécheresse subviennent. Ces réserves jouent le rôle de **réserves de substitution en cas de période de restriction**. Les retenues peuvent ainsi atténuer les effets de sécheresse en apportant l'irrigation au moment critique afin que la culture soit impactée le moins possible.



Une autre ressource à développer est la **réutilisation des eaux usées traitées (REUT)**. En temps normal, les eaux usées utilisées par les collectivités, les industriels et les particuliers sont collectées et traitées dans des stations d'épuration, puis ces eaux retournent au milieu naturel. La REUT consiste à récupérer ces eaux avant rejet dans le milieu naturel, éventuellement de les traiter davantage et de les utiliser à d'autres fins, souvent en agriculture pour l'irrigation. En France, la REUT est assez peu développée comparée à d'autres pays, car la législation est restrictive pour les potentiels risques sanitaires.

Pour conclure



L'irrigation est l'une des principales adaptations qui va pallier aux effets du changement climatique, mais son utilisation doit être réalisée dans un souci d'**économie d'eau**.

L'objectif est d'apporter uniquement la quantité d'eau dont la culture a besoin et au bon moment. L'irrigation va assurer une **régularité des rendements** d'une année à l'autre, elle va également permettre de gérer la **qualité des produits** et de **pérenniser les vergers et vignobles**.

Par ailleurs, la disponibilité en eau est également remise en cause par le changement climatique. C'est pourquoi l'exploitation de **nouvelles ressources** est en développement et mérite de l'intérêt. Elles permettront d'**augmenter la disponibilité en eau**, au moment où les cultures en ont le plus besoin.

Certaines **pratiques culturales** peuvent engendrer des bénéfices pour lutter contre les effets du changement climatique. Sont présentés ici quelques exemples.



Enherbement



L'**enherbement** est envisageable entre les rangs. Il consiste à **implanter, maintenir et entretenir** un couvert végétal.

L'**enherbement** peut être **permanent** ou **temporaire** (du printemps à la fin de l'été). Le couvert végétal provient soit d'un **semis** ou de l'entretien d'espèces naturellement présentes.

Le rôle premier de l'enherbement pour le changement climatique est le **stockage de carbone** dans le sol. La strate enherbée permet également de lutter contre l'érosion, de limiter le ruissellement et les transferts de produits phytosanitaires.

L'enherbement est une pratique plus adaptée pour les **sols profonds** afin que les racines puissent puiser l'eau et les éléments essentiels en profondeur, et ainsi, compenser la concurrence de l'herbe avec les arbres ou les vignes.

En effet, le couvert végétal **concurrence** la culture dans le prélèvement d'**eau, d'azote** et des **éléments minéraux**. C'est pourquoi le choix de l'espèce et l'entretien de l'enherbement sont primordiaux. Si la concurrence n'est pas trop importante, la culture peut s'adapter en développant son **système racinaire**.

L'enherbement crée un **microclimat** plus frais et plus humide qui accentue les **risques de gelée**. Cependant, au vu des futurs changements climatiques, ce microclimat sera **bénéfique pour les mois chauds**.

Paillage



Le **paillage** ou le **mulch** est une pratique qui consiste à **recouvrir le sol agricole d'une couche de matériaux organiques et/ou minéraux**. Les dépôts se font aux pieds des cultures.

L'intérêt du paillage face au changement climatique passe par la **conservation de la ressource en eau**. Cette pratique réduit l'évaporation de l'eau contenue dans le sol. Ainsi, le stock d'eau disponible pour les cultures augmente.

Le paillage apporte une **humidité supérieure** à un sol nu de l'ordre de 2 à 4 % en moyenne. Le paillage réduit également l'érosion du sol en le protégeant de l'impact des fortes pluies.

Ainsi, le paillage est un outil d'adaptation face au changement climatique, il fait face à la sécheresse en conservant l'eau du sol par **diminution de l'évaporation**.

Pour conclure



L'**enherbement** et le **paillage** apparaissent comme deux pratiques culturales qui ont du potentiel pour pallier aux effets du changement climatique, avec notamment une **meilleure rétention de l'eau dans le sol**. Bien évidemment, leur implantation doit être réalisée correctement pour ne pas pénaliser la culture.

Il existe beaucoup d'autres **pratiques culturales** qui aident à lutter contre les effets du changement climatique.

A titre d'exemple, l'aménagement de la parcelle avec des **buttes** peut augmenter la réserve en eau du sol, surtout sur les territoires pentus où l'eau ruisselle sur les terres.

D'autres pratiques peuvent être exercées comme changer son **mode de taille** afin d'éviter un échauffement des fruits et retarder la maturation.

La mise en place de **bâches** peut également être envisagée aux pieds des arbres afin d'éviter l'évaporation de l'eau du sol.



Nouveau matériel végétal

Au vu de l'évolution du climat de la Crau vers un climat plus chaud et plus sec, il serait intéressant de développer de **nouvelles variétés** afin de s'adapter au changement climatique.

Le développement du matériel végétal passe par de nouvelles variétés et de nouveaux porte-greffes qui soient **résistants** à la fois à la **sécheresse** et aux **températures élevées**.

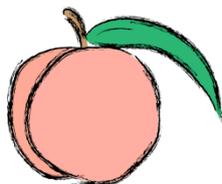
Un point clé pour la viticulture, au vu de l'avancement des cycles phénologiques, est le **retard de maturité**. En effet, une maturité plus tardive éviterait qu'elle subisse des conditions beaucoup plus chaudes et sèches, engendrant de forts risques de dégradation qualitative. Il faudrait donc du matériel végétal qui puisse **allonger le cycle végétatif** de la vigne. Il serait également intéressant d'avoir du matériel végétal qui joue sur la **qualité du produit** avec par exemple : une réduction des sucres dans les baies et un apport d'acidité.

Par ailleurs, les cultures ont besoin d'une « dose de froid » afin de sortir de leur phase de dormance et d'entrer en phase végétative. Cependant, avec l'augmentation des températures, certaines de ces doses de froid ne pourront plus être satisfaites par les futurs hivers. Il est donc nécessaire d'axer les potentielles nouvelles variétés sur un besoin moindre en froid.

Précocité



La **précocité** peut être perçue comme un avantage si elle est bien choisie ou comme un inconvénient pour certaines productions au point qu'au contraire, des **espèces plus tardives** soient envisagées.



Pour les **pêchers**, il est intéressant d'**avancer la date de démarrage végétatif** afin d'éviter les demandes en eau d'irrigation importantes des mois chauds. Si la précocité est bien gérée et non atteinte par le gel, elle permet une récolte avant les mois critiques évitant ainsi d'éventuels dégâts sur la culture.

A contrario, pour les **vignes**, il est intéressant d'**éviter un démarrage végétatif trop précoce** afin que la phase de maturation ne coïncide pas avec la période chaude de l'été, réduisant le risque d'une dégradation qualitative.





Changement culturel

Actuellement, l'agriculture du territoire de la Crau produit principalement du foin et des produits fruitiers (pêches/nectarines et abricots majoritairement). L'évolution du climat pourrait amener à un changement agricole avec la possibilité de **développer d'autres cultures**, qui soient plus adaptées à un **climat chaud et sec**.

A titre d'exemple, pour un sol nu dont la réserve hydrique serait de 60 mm/an, et pour une année sèche, les besoins en eau d'irrigation par an se situent :

Entre **545 et 560 mm/an**



Pour le **pêcher**

entre **310 et 335 mm/an**



pour le **cerisier**

entre **250 et 275 mm/an**



pour l'**olivier**

Les besoins en eau sont différents d'une culture à une autre, il n'est donc pas négligeable qu'une partie de la **stratégie agricole** du territoire soit modifiée au profit de **cultures moins gourmandes en eau**, et **plus résistantes à la chaleur**.

Pour conclure



Un travail sur le **matériel végétal** utilisé dans les exploitations est un levier important pour faire face au futur climat, et ce par différents biais.

La recherche étudie de nouveaux **porte-greffes** et nouvelles **variétés** qui soient **résistants à la sécheresse et aux fortes températures**. Mais ce n'est pas tout, certaines cultures ont besoin d'un **cycle plus long ou plus court**. De nombreux travaux de recherches en France et dans le monde traitent de ces sujets.

Par ailleurs, il est intéressant de pouvoir jouer sur la **précocité** des espèces choisies. Avec l'augmentation des températures et donc le recul du gel, certaines cultures vont pouvoir débuter leur cycle végétatif plus tôt dans l'année.

La précocité sera profitable pour **éviter les récoltes en périodes chaudes** et pour **réduire les doses d'irrigation**.

Pour d'autres cultures, comme la vigne, c'est plutôt un **démarrage plus tardif** qui sera privilégié afin d'**éviter une phase de maturation pendant les périodes chaudes** de l'année.

Par ailleurs, il est important lors de l'installation d'une nouvelle espèce de s'attarder sur la **dose en froid nécessaire** à son entrée en phase végétative.



Agroforesterie

L'**agroforesterie** est définie par l'association française d'agroforesterie comme les pratiques associant arbres, cultures et/ou animaux sur une même parcelle agricole en bordure ou en plein champ.



Sur le territoire, l'agroforesterie comprend aussi bien les **cultures intercalaires**, c'est-à-dire l'introduction de rangées d'arbres au sein des parcelles, qu'à la mise en place de **haies brise-vent**. Cette dernière pratique est répandue sur le territoire de la Crau puisqu'il est sillonné par le Mistral, vent violent pouvant atteindre 100 km/h et présent 100 jours par an.

- L'atout majeur de l'**agroforesterie** pour faire face au changement climatique repose sur la capacité des arbres à stocker du carbone. En effet, les arbres sont de réels **puits de carbone** qui captent le CO₂ atmosphérique et le stockent dans leurs parties aériennes et racinaires ainsi que dans la matière organique qu'ils rejettent dans le sol via leurs feuilles et leurs racines mortes.
- Les arbres jouent également un **rôle protecteur** de par l'ombre qu'ils procurent aux cultures. Les parcelles agroforestières sont moins sensibles au **stress hydrique** et au **stress thermique**. D'une part, l'évapotranspiration est moins importante à l'ombre, les cultures consomment ainsi moins d'eau, et d'une autre part, l'ombre abaisse la température du végétal de 2 à 8°C.



L'incorporation d'arbres au sein de la parcelle a d'autres bénéfices qui profitent à la culture et qui peuvent être des adaptations face aux changements climatiques.



Le réseau racinaire de l'arbre améliore l'**infiltration de l'eau dans le sol** en créant des zones de passage pour l'eau. A terme, les arbres permettent d'augmenter la **réserve en eau du sol**. Lors d'évènements pluvieux, les sols retiennent davantage d'eau et possèdent une réserve hydrique plus importante disponible ensuite pour les plantes.

La mise en place de haies brise-vent aux extrémités de parcelle permet d'**atténuer la vitesse du vent** au sein des parcelles. Ces haies sont d'une grande importance pour **limiter l'évapotranspiration** et ainsi **économiser l'eau**. Cependant, il faut souligner que la consommation en eau d'une haie brise-vent efficace peut être conséquente.

Pour conclure



L'agroforesterie se place donc comme un réel **allié pour atténuer les effets du changement climatique**. Elle permet un **retrait de CO₂ de l'atmosphère**, réduisant ainsi une part des gaz à effet de serre, responsables de l'amplification du changement climatique. Et en parallèle, l'agroforesterie offre une protection aux cultures **face aux aléas climatiques** (canicule et sécheresse). D'autres parts, l'agroforesterie augmente la réserve utile en eau du sol et les haies brise-vent réduisent l'évapotranspiration des cultures associées.

